

# FOUNDATION FIELDBUS: UM RESUMO TÉCNICO

(1ª parte numa série de dois artigos sobre a tecnologia FF)

Vítor Viegas<sup>1, 2)</sup>, J. M. Dias Pereira<sup>1, 2)</sup>

<sup>1)</sup> Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, Portugal

<sup>2)</sup> Instituto de Telecomunicações, Lisboa, Portugal

Correio eletrónico: vitor.viegas@estsetubal.ips.pt

## 1. INTRODUÇÃO

O Foundation Fieldbus (FF) [1-3] é uma tecnologia de comunicação utilizada para ligar equipamentos de controlo de processos. As comunicações são suportadas, em termos físicos, por um barramento bifilar que transporta dados e alimentação, e em termos lógicos, por uma pilha de comunicação que garante a entrega de mensagens em tempo real. Sobre a pilha de comunicação, uma biblioteca de blocos funcionais faz a interface com o utilizador facilitando o desenvolvimento de aplicações de alto nível. O FF é uma tecnologia complexa que abrange múltiplos tópicos, tais como alimentação sobre o barramento, redes de tempo real, programação visual e gestão da informação.

A tecnologia FF é supervisionada pela Foundation Fieldbus [4], uma associação sem fins lucrativos composta por utilizadores, fabricantes e instituições de pesquisa. A associação defende o bom nome da tecnologia, regula o seu uso e fornece orientações para o seu desenvolvimento futuro. O trabalho de regulação inclui programas de certificação rigorosos que garantem a interoperabilidade entre equipamentos de diferentes fabricantes. Pretende-se assim que o utilizador possa escolher livremente o melhor hardware e software para a sua aplicação sem estar dependente de um fornecedor específico.

A tecnologia FF separa as comunicações de baixa velocidade (nível H1) das comunicações de alta velocidade (nível H2) (ver figura 1). O nível H1 funciona como um substituto digital das malhas de corrente 4-20 mA, muito utilizadas em instalações industriais tradicionais. O nível H2 agrega os dados provenientes dos segmentos H1 e adiciona suporte para controlo discreto. Juntos, os níveis H1 e H2 conseguem dar resposta às necessidades de automação da grande maioria dos processos industriais, sejam eles contínuos ou discretos.

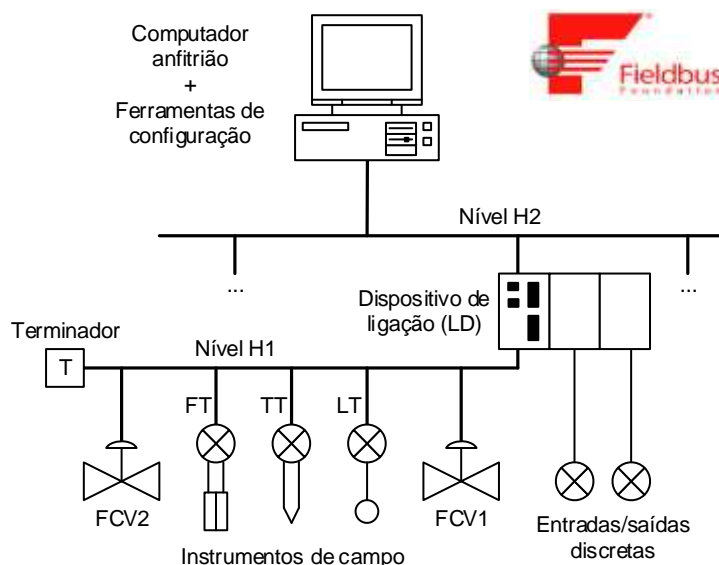


Fig. 2 – Exemplo de instalação FF.

### 1.1. NÍVEL H1

O nível H1 é um barramento digital que implementa um subconjunto do modelo OSI (*Open Systems Interconnection*). A camada física é implementada integralmente, ao passo que as camadas 2 a 7 são comprimidas na chamada «pilha de comunicação». A camada do utilizador (extra OSI) define uma biblioteca de blocos funcionais para construir aplicações de controlo. Estes três componentes (camada física, pilha de comunicação e blocos funcionais) estão presentes em todos os instrumentos FF.

A camada física é compatível com a norma IEC 61158-2 [5], da qual se destacam as seguintes características: barramento bifilar com alimentação sobreposta (24 VDC), velocidade de comunicação de 31,25 kbit/s, 32 dispositivos por segmento (valor máximo), 7600 m de comprimento (valor dependente da relação sinal/ruído e do número de repetidores utilizados), topologia livre.

A pilha de comunicação, por seu turno, implementa um protocolo de comunicação do tipo mestre/escravos que garante a entrega de mensagens em tempo real. O dispositivo mestre é conhecido por LAS (*Link Active Scheduler*) porque distribui testemunhos<sup>1</sup> de acordo com um agendamento pré-definido. Quando um dispositivo escravo recebe o testemunho, ele publica mensagens no barramento que podem ser consumidas por um mais interessados. O testemunho passa de escravo em escravo até que o agendamento seja cumprido até ao fim. Tendo por base este protocolo, o LAS implementa os seguintes tipos de diálogos:

- Diálogos programados: Periodicamente, de acordo com uma estratégia de controlo programada, o LAS envia testemunhos do tipo CD (*Compel Data*). Quando um escravo recebe o testemunho CD, ele começa imediatamente a publicar mensagens sem esperar que a receção das mesmas seja confirmada. Se uma mensagem é perdida, o sistema continua a funcionar com base na última receção bem-sucedida. Este tipo de diálogo é utilizado para transferir variáveis de processo entre blocos funcionais.
- Diálogos não-programados: Após executar a estratégia de controlo, o LAS reserva algum tempo para enviar testemunhos do tipo PT (*Pass Token*). O escravo que recebe o testemunho PT tem uma quantidade de tempo limitada para enviar mensagens. A receção das mensagens têm de ser confirmada, caso contrário o seu envio é repetido. Este tipo de diálogo é utilizado para reportar alarmes e para realizar tarefas de configuração (como o ajuste de *setpoints*, o *download* de programas e a realização de diagnósticos).
- Lista de vivos: O LAS envia testemunhos do tipo PN (*Probe Node*) para todos os endereços possíveis (0 a 255). Um escravo que receba o testemunho PN responde enviando seu identificador único (ID) e a sua etiqueta<sup>2</sup>. Se um novo dispositivo é encontrado, ele é adicionado à lista de vivos. Se um dispositivo não responder três vezes consecutivas, ele é retirado da lista de vivos.
- Distribuição de tempo: O LAS distribui carimbos de tempo<sup>3</sup> enviando testemunhos do tipo TD (*Time Distribution*). Cada dispositivo acerta o seu relógio interno em função do carimbo de tempo recebido. O objetivo é garantir que todos os dispositivos fiquem sincronizados com um desvio inferior a 1 ms.

Cada segmento H1 é arbitrado por um mestre primário. Outros dispositivos podem ser configurados como mestres redundantes desde que consigam funcionar como LAS. O mestre com menor endereço assume o controlo do barramento de forma automática e transparente.

Como foi dito anteriormente, a interface de programação da tecnologia FF é constituída por uma biblioteca de blocos funcionais. Cada dispositivo suporta:

- Um bloco de recursos (RB – *Resource Block*) que descreve as características gerais do dispositivo (ID, etiqueta, fabricante, modelo, número de série, etc.).
- Um ou mais blocos de transdutor (TB – *Transducer Block*) que descrevem as características dos transdutores primários (tipo de transdutor, modo de ligação, dados de calibração, etc.).
- Um ou mais blocos de função (FB – *Function Block*) que executam algoritmos de processamento de dados. Exemplos típicos: bloco de entrada analógica (AI – *Analog Input*), bloco de saída analógica (AO – *Analog Output*), bloco controlador Proporcional, Integral e Derivativo (PID) e bloco gerador de *setpoints* (SPG – *SetPoint Generator*).

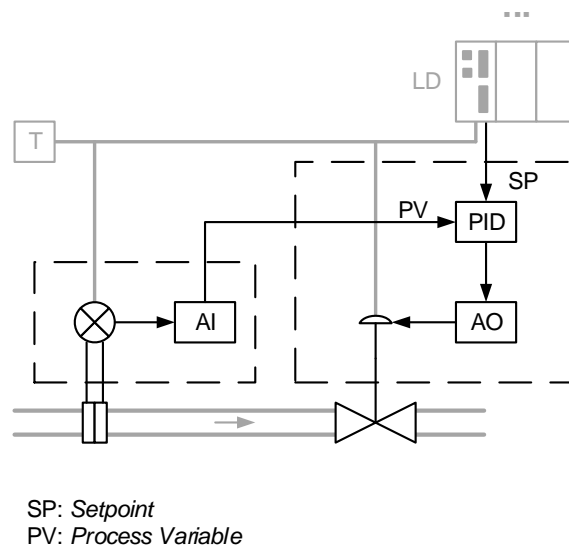
A estratégia de controlo é definida através de um diagrama de blocos de função (ver figura 2). As setas significam operações de transferência de dados entre blocos interdependentes: se os blocos residirem no mesmo dispositivo, os dados são transferidos internamente; se os blocos residirem em dispositivos distintos, os dados são transferidos através do barramento. Dissecando o diagrama de blocos, é possível saber “quem fala com quem e quando”; por outras palavras, é possível fazer o agendamento dos diálogos programados. A utilização de blocos de função pré-definidos promove a interoperabilidade de software porque os dispositivos podem ser substituídos por outros equivalentes sem que seja necessário alterar a estratégia de controlo.

---

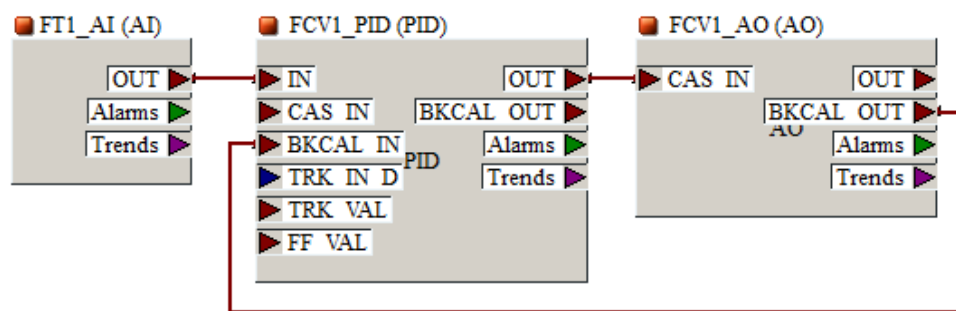
<sup>1</sup> *Tokens* em inglês.

<sup>2</sup> *Tag* em inglês.

<sup>3</sup> *Timestamps* em inglês.



(a)



(b)

**Fig. 2 – Malha de controlo de caudal: a) blocos de função com os instrumentos em fundo; b) blocos de função em software.**

## 1.2. NÍVEL H2

O nível H2 agrega os dados provenientes dos controladores de campo, como sejam segmentos H1 e autómatos programáveis. Nos últimos anos, o nível H2 viu-se “invadido” de tecnologias web, com destaque para a Ethernet a assegurar o enlace dos dados sobre o meio físico, e os protocolos TCP (*Transport Control Protocol*), UDP (*User Datagram Protocol*) e IP (*Internet Protocol*) a assegurarem o transporte e o encaminhamento dos dados. Esta abordagem garante velocidades de transmissão elevadas (da ordem dos 100 Mbit/s) e permite a utilização de equipamentos de uso massificado (logo mais baratos). Em contrapartida, perde-se o suporte para tempo real, alimentação sobre o barramento e redundância.

Cada segmento H1 é conectado através de um dispositivo de ligação conhecido por LD (*Linking Device*), o qual, na maioria das vezes, atua como mestre primário e controlador discreto. Quando o anfitrião (computador representado na figura 1) precisa de aceder a um determinado dispositivo H1, ele envia mensagens TCP para o dispositivo de ligação que as traduz para diálogos H1. O inverso acontece quando o dispositivo H1 retorna dados para o anfitrião. As mensagens UDP são utilizadas sempre que o anfitrião precisa de contactar vários dispositivos H1 em simultâneo (para distribuir carimbos de tempo, por exemplo). O processo de tradução é absolutamente transparente, de tal forma que as ferramentas de configuração interagem com os dispositivos H1 como se eles estivessem conectados localmente.

## 1.3. SISTEMAS DE CONTROLO *FIELDBUS*

Os instrumentos FF são considerados “inteligentes” porque são capazes de executar algoritmos de controlo de forma distribuída. É esta capacidade que sustenta os sistemas FCS (*Fieldbus Control Systems*), assim chamados porque a estratégia de controlo é descentralizada em torno do barramento. Em comparação com outras arquiteturas de controlo mais convencionais, como os sistemas DCS (*Distributed Control Systems*) ou os sistemas DDC (*Direct Digital Control*) [6], os sistemas FCS são normalmente mais complexos e mais difíceis de configurar. Em contrapartida, oferecem vantagens que vale a pena salientar, nomeadamente:

- Vantagens dos sistemas FCS em geral:
  - Visibilidade e “inteligência” acrescidas: A visibilidade do sistema de controlo estende-se até aos transdutores primários, ao contrário do que acontece nos sistemas tradicionais onde a visibilidade não vai além das cartas de entradas/saídas.
  - Redução dos custos de cablagem: A topologia em barramento reduz significativamente o comprimento do cabo. Na maior parte das instalações antigas é possível reutilizar a cablagem existente.
  - Robustez acrescida: Se o mestre primário falha, o mestre secundário toma conta do barramento de forma transparente e sem sobressaltos.
- Vantagens da tecnologia FF em particular:
  - Maior interoperabilidade: Programas de certificação rigorosos, suportados por uma comunidade ativa, garantem a interoperabilidade entre equipamentos de diferentes fabricantes. O uso de blocos de função pré-definidos promove a interoperabilidade de software porque a estratégia de controlo não depende do hardware utilizado.
  - Maior facilidade e flexibilidade de programação: A programação baseada em blocos de função é altamente produtiva.

## 6. CONCLUSÕES

O FF é uma tecnologia de comunicação que permite controlar processos de forma distribuída e em tempo real. Trata-se de uma tecnologia madura, com quase duas décadas de presença no mercado, que conta com milhares de instalações em todo o mundo. É hoje em dia uma tecnologia respeitada que se tornou a referência nos sistemas FCS.

O texto abordou os aspetos técnicos da tecnologia FF fazendo uma divisão por níveis de velocidade: H1 e H2. Relativamente ao nível H1, foram apresentadas as principais características da camada física, explicou-se como se faz o enlace de dados no interior da pilha de comunicação, e viu-se como tudo isso é traduzido num diagrama de blocos de função. Relativamente ao nível H2, realçou-se a utilização de tecnologias web de modo a garantir velocidades de transmissão elevadas com um custo muito baixo. A fechar, houve ainda tempo para fazer uma breve reflexão sobre as vantagens dos sistemas FCS face aos sistemas mais tradicionais, de cariz mais centralizado.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] *Foundation Technical Specifications*, Fieldbus Foundation, 1994-1998.
  - [2] David A. Glanzer, *Foundation Fieldbus Technical Overview*, Fieldbus Foundation, 2003.
  - [3] Ian Verhappen, Augusto Pereira, *Foundation Fieldbus, 4th Edition*, ISA - The International Society of Automation, 2012, ISBN 9781937560201.
  - [4] [www.fieldbus.org](http://www.fieldbus.org)
  - [5] IEC 61158-2 Edition 5.0 – Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition, International Electrotechnical Commission, ISBN 9782889120512.
  - [6] Jonas Berge, *Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation and Maintenance*, ISA - The International Society of Automation, 2004, ISBN: 9781556179044.
-